



Analisa Stabilitas Lereng pada Ruas Jalan Patung Lembuswana – Sebulu Sta 31+975 Provinsi Kalimantan Timur

Amir^{1✉}, Achmad Munajir¹, Hendra Wijaya¹

⁽¹⁾Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.47007

✉ Corresponding author:

[b277mir@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Stabilitas Lereng;

Dinding Penahan Tanah;

Tiang Pancang

Pembangunan ruas jalan Patung Lembuswana–Sebulu STA 31+975 di Kalimantan Timur menghadapi tantangan stabilitas lereng akibat topografi berbukit dan curah hujan tinggi yang memicu longsor. Penelitian ini bertujuan menganalisis stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius, keamanan dinding penahan tanah dengan pendekatan Rankine dan Coulomb, serta perencanaan pondasi tiang pancang berdasarkan data geoteknik. Hasil analisis menunjukkan nilai faktor keamanan lereng $< 1,5$, menandakan kondisi tidak stabil. Dinding penahan tanah aman terhadap guling ($FK > 2$), namun tidak aman terhadap geser dan keruntuhan daya dukung tanah. Desain pondasi tiang pancang menunjukkan kapasitas daya dukung 823,593 ton, melebihi beban rencana 482,743 ton, sehingga dinyatakan aman. Kombinasi perkuatan lereng, dinding penahan, dan pondasi tiang pancang direkomendasikan untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi risiko longsor di lokasi studi.

Abstract

The construction of the Patung Lembuswana–Sebulu STA 31+975 road section in East Kalimantan faces slope stability challenges due to hilly topography and high rainfall, which trigger landslides. This study aims to analyze slope stability using the Fellenius method, evaluate the safety of retaining walls with Rankine and Coulomb approaches, and design pile foundations based on site geotechnical data. The analysis shows a slope safety factor value of less than 1.5, indicating instability. The retaining wall is safe against overturning (safety factor > 2), but unsafe against sliding and bearing capacity failure. The pile foundation design provides a bearing capacity of 823.593 tons, exceeding the planned load of 482.743 tons, and is therefore considered safe. A combination of slope reinforcement, retaining wall design, and pile foundations is recommended to improve overall stability and reduce landslide risk at the project sit.

Keywords:

Slope Stability;

Retaining Wall;

Piles

1. PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Timur, dengan sumber daya alam yang melimpah dan sektor ekonomi yang terus berkembang, memiliki tantangan besar dalam menyediakan infrastruktur yang memadai untuk mendukung konektivitas antar kabupaten dan kota. Infrastruktur jalan yang berkualitas bukan hanya penting untuk meningkatkan mobilitas penduduk dan distribusi barang, tetapi juga berperan besar dalam mendukung pertumbuhan ekonomi daerah, khususnya sektor-sektor yang sangat bergantung pada sistem transportasi, seperti pertanian, perkebunan, dan peternakan. Sebagai bagian dari upaya untuk memperbaiki infrastruktur jalan, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur telah mengalokasikan anggaran yang cukup besar untuk proyek rekonstruksi jalan provinsi sepanjang 67 kilometer, yang meliputi ruas-ruas penting, seperti Simpang Patung Lembuswana–Sebulu di Kutai Kartanegara, Simpang 4 Kaliorang–Talisayan yang menghubungkan Kutai Timur dan Berau, serta ruas jalan Tanjung Redeb–Talisayan di Berau. Pembangunan infrastruktur ini bertujuan untuk memperlancar distribusi hasil pertanian, meningkatkan mobilitas barang dan penduduk, serta memberikan dampak positif bagi perekonomian lokal, terutama bagi para petani, pekebun, dan peternak yang menjadi tulang punggung perekonomian daerah tersebut (SNI, 2017; Nugraha, 2023).

Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi dalam pembangunan jalan di daerah berbukit dan bercurah hujan tinggi adalah stabilitas lereng. Wilayah Kalimantan Timur memiliki kondisi geografi yang berbukit dan dihujani curah hujan yang tinggi, yang berpotensi menyebabkan ketidakstabilan tanah, terutama di wilayah yang tidak memiliki vegetasi yang cukup. Permasalahan stabilitas lereng ini telah mengarah pada kerusakan pada struktur jalan (Dibyosaputro & Haryono, 2020), seperti yang terjadi pada ruas jalan Patung Lembuswana–Sebulu, khususnya di titik STA 31+975, yang telah mengalami permasalahan longsor. Titik ini rawan longsor akibat infiltrasi air hujan yang mengalir ke lereng yang tidak memiliki vegetasi yang memadai untuk menyerap air, yang pada akhirnya menyebabkan tanah di lereng menjadi tidak stabil. Jika masalah ini tidak ditangani dengan baik, maka akan berpotensi merusak lapisan jalan yang sudah dibangun dan menambah risiko kecelakaan bagi pengguna jalan (Dibyosaputro & Haryono, 2024).

Pentingnya penanganan stabilitas lereng dalam pembangunan jalan ini tidak bisa dipandang sebelah mata. Tanpa adanya langkah-langkah teknis yang tepat, risiko longsor dan kerusakan jalan akan semakin besar, yang tentunya akan menambah biaya pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur jalan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian yang lebih mendalam mengenai analisis stabilitas lereng dan penanganan dinding penahan tanah yang efektif, khususnya pada titik-titik rawan seperti STA 31+975 (Das, 1985; Hardiyatmo, 2010).

Penelitian ini menghadirkan novelty dalam pendekatan analisis stabilitas lereng dan solusi konstruksi jalan pada wilayah dengan kondisi geoteknik kompleks. Sebelumnya, banyak studi terkait stabilitas lereng di daerah berbukit dan bercurah hujan tinggi hanya menggunakan metode konvensional yang mempertimbangkan faktor dasar seperti kemiringan lereng, jenis tanah, dan daya dukung tanah (Piciullo et al., 2018; Kusuma et al., 2025). Namun, penelitian ini mengintegrasikan analisis infiltrasi air hujan serta pengaruh vegetasi terhadap kohesi tanah, dua aspek penting yang jarang dikaji secara bersamaan. Studi oleh Rahardjo et al. menunjukkan bahwa vegetasi berperan signifikan dalam meningkatkan stabilitas melalui penguatan akar dan pengurangan tekanan pori air (Rahardjo et al., 2007). Selain itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan pondasi tiang pancang sebagai solusi struktural untuk meningkatkan kestabilan lereng di titik rawan longsor—pendekatan yang belum banyak diterapkan dalam konteks jalan raya daerah tropis, padahal telah terbukti efektif dalam mitigasi longsor pada tanah jenuh air (Ng & Shi, 1998). Pendekatan terpadu ini menjadikan studi ini sebagai kontribusi orisinal dalam rekayasa geoteknik dan perencanaan infrastruktur di kawasan rawan bencan.

Penerapan pondasi tiang sebagai solusi untuk memperkuat struktur jalan pada titik STA 31+975 diharapkan dapat menjadi metode yang lebih efektif dan aplikatif, mengingat pondasi tiang dapat memberikan dukungan tambahan pada struktur tanah yang tidak stabil. Desain pondasi tiang ini dirancang berdasarkan hasil perhitungan geoteknik yang mempertimbangkan kekuatan tanah, kedalaman dan jenis tiang, serta gaya geser yang bekerja pada lereng. Solusi ini, yang diusulkan dalam penelitian ini, diharapkan dapat memperkuat struktur jalan dan mengurangi potensi longsor yang dapat merusak infrastruktur serta mengganggu mobilitas pengguna jalan (BSN, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam tingkat keamanan stabilitas lereng dan dinding penahan tanah pada ruas jalan Patung Lembuswana–Sebulu, khususnya di titik STA 31+975 yang mengalami longsor akibat infiltrasi air hujan. Penelitian ini juga akan melakukan perhitungan lanjutan untuk merancang pondasi tiang yang dapat memperkuat struktur jalan dan mencegah kerusakan lebih lanjut. Dengan

demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya merancang solusi konstruksi yang lebih tahan lama dan aman untuk ruas jalan di daerah berbukit dengan curah hujan tinggi, serta memberikan referensi bagi penelitian dan aplikasi di bidang geoteknik dan konstruksi jalan yang menghadapi tantangan serupa.

2. METHODS

Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori. Pendekatan ini bertujuan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat antara faktor-faktor geoteknik, seperti kemiringan lereng, infiltrasi air, dan vegetasi, dengan stabilitas lereng pada ruas jalan Patung Lembuswana–Sebulu. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat memberikan penjelasan yang lebih rinci mengenai bagaimana kondisi geoteknik tertentu mempengaruhi potensi terjadinya longsor dan kerusakan infrastruktur jalan (Sari et al., 2022; Ardyan et al., 2023).

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengujian laboratorium, seperti uji tekan tri axial, pengujian sondir, pengujian SPT (Standard Penetration Test), dan pengujian geolistrik, yang dilakukan di lokasi penelitian. Data lapangan ini juga mencakup informasi mengenai curah hujan, vegetasi, dan kemiringan lereng pada ruas jalan yang diteliti. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yang mengelola dan mengawasi proyek infrastruktur jalan, seperti Balai Jalan dan Jembatan, serta Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD).

Desain Penelitian

Desain penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yang mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data, dan perancangan solusi teknis. Pertama, dilakukan identifikasi masalah melalui latar belakang penelitian yang mengarah pada rumusan masalah utama mengenai stabilitas lereng dan penanganan longsor di ruas jalan Patung Lembuswana–Sebulu. Setelah rumusan masalah dirumuskan, dilakukan kajian teori yang merujuk pada literatur dan standar teknis, seperti SNI yang berkaitan dengan stabilitas lereng dan teknik penanganan tanah longsor.

Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, dilakukan pengujian lapangan yang meliputi berbagai tes geoteknik, antara lain:

- 1) Uji Tekan Tri Axial untuk mengukur daya dukung tanah dan kestabilannya saat diberi tekanan.
- 2) Pengujian Sondir untuk mengetahui ketebalan lapisan tanah dan kondisi tanah di berbagai kedalaman.
- 3) Pengujian SPT (Standard Penetration Test) untuk mengukur kepadatan tanah dan kemampuan tanah dalam menahan beban.
- 4) Pengujian Geolistrik untuk memetakan struktur tanah dan mengetahui kadar air serta kondisi tanah yang berpotensi menyebabkan longsor.

Setelah data diperoleh, dilakukan pengolahan data yang meliputi perhitungan daya dukung tanah, koefisien geser tanah, dan kekuatan tanah pada titik STA 31+975, untuk mengetahui stabilitas lereng dan kemampuan tanah menahan beban struktural.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan dua metode utama, yaitu metode Rankine dan metode Coulomb.

- 1) Metode Rankine digunakan untuk perhitungan stabilitas lereng dengan pendekatan yang lebih sederhana, menghitung gaya geser tanah berdasarkan kedalaman dan kemiringan lereng.
- 2) Metode Coulomb digunakan untuk menghitung gaya geser tanah secara lebih mendalam dengan mempertimbangkan infiltrasi air, vegetasi, dan tension crack, yang dapat meningkatkan presisi perhitungan stabilitas lereng.

Dengan kedua metode ini, peneliti dapat memprediksi faktor keamanan lereng pada titik STA 31+975 dan menentukan apakah lereng tersebut dapat menahan beban yang diterima atau berisiko longsor.

Perancangan Pondasi Tiang

Setelah analisis stabilitas lereng dilakukan, tahap selanjutnya adalah perancangan pondasi tiang untuk memperkuat struktur jalan pada titik rawan longsor. Desain pondasi tiang dilakukan dengan menggunakan perhitungan kapasitas daya dukung tiang yang mempertimbangkan kedalaman tanah, jenis tanah, serta gaya geser yang bekerja pada struktur jalan. Pondasi tiang akan digunakan untuk mengalihkan beban yang diterima oleh tanah ke lapisan tanah yang lebih dalam dan lebih stabil.

Perhitungan pondasi tiang meliputi:

- 1) Penentuan dimensi tiang, berdasarkan kedalaman dan kondisi tanah.
- 2) Perhitungan gaya geser, untuk menentukan seberapa besar beban yang bisa diterima oleh tiang.
- 3) Analisis kekuatan tanah, untuk memastikan pondasi tiang dapat menopang beban struktural tanpa menimbulkan pergerakan tanah yang membahayakan.

Pengolahan dan Penyajian Hasil

Setelah perhitungan dilakukan, hasil dari analisis akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menggambarkan kekuatan tanah, faktor keamanan lereng, dan kekuatan tiang pancang yang dirancang. Penyajian hasil ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat stabilitas lereng, serta efektivitas pondasi tiang dalam mengatasi masalah longsor pada titik STA 31+975.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada di Ruas Jalan Patung Lembuswana – Sebulu STA 31+975 Provinsi Kalimantan Timur. Pengambilan data tanah dilapangan menggunakan metode sondir dan boring, dari hasil pengujian tanah secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat uji sondir didapat nilai-nilai bacaan manometer yang kemudian akan diolah menjadi nilai hasil uji sondir, sedangkan untuk mengetahui parameter tanah seperti sudut gesek tanah, kohesi tanah, akan dilakukan pengujian lanjutan di laboratorium sesuai pada sampel tanah yang ada di lapangan yang di ambil menggunakan pengujian hand boring. Dari hasil laboratorium kemudian didapat hasil-hasil pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Tanah Hasil Pengujian Laboratorium

Nama	Notasi	Satuan	0 – 3 (m)	3 – 14 (m)
Kohesi	c	Derajat	0,001	15
Sudut geser tanah	•	T/m ²	19,522	35
Bobot isi tanah	•	T/m ²	1,561	2

Setelah data tanah yang didapat lengkap, maka data diolah untuk digunakan dalam analisa data. Pengolahan data menggunakan bantuan program Excel dan Teknik analisa data yang digunakan dimulai dengan menaganlisa bidang longsor/gelincir, menghitung beban yang bekerja pada dinding penahan tanah, menghitung dimensi dinding penahan tanah, menghitung stabilitas dinding, menghitung pondasi tiang pancang serta menghitung penulangan dinding penahan tanah.

Berdasarkan analisis menggunakan metode Fellenius, faktor keamanan (FK) lereng adalah 1,1, yang menunjukkan bahwa lereng tidak stabil ($FK < 1,5$). Bidang gelincir ditemukan pada kedalaman 3,17 meter dengan jenis tanah lempung lunak. Untuk meningkatkan stabilitas, diperlukan perkuatan lereng dengan dinding penahan tanah.

Dinding penahan tanah dirancang dengan tinggi 3 meter menggunakan metode Rankine dan Coulomb. Hasil perhitungan pembebaran didapat gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah, yang disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Perhitungan Gaya Horizontal Menggunakan Metode Rankine dan Coulomb

Cara Rankine			
No. Gaya	Gaya (p) (Ton)	Lengan momen (Y) (m)	Momen (M) (Ton.m)
Pa	3,501	$1/3 \times H = 0,5 \times 3 = 1$	3,501
Paq	2,246	$1/2 \times H = 0,5 \times 3 = 1,5$	3,369
ΣPh	5,747	ΣMh	6,870

Cara Coulomb			
No. Gaya	Gaya (p) (Ton)	Lengan momen (Y) (m)	Momen (M) (Ton.m)
Pa	3,433	$1/3 \times H = 0,5 \times 3 = 1$	3,433
Paq	2,202	$1/2 \times H = 0,5 \times 3 = 1,5$	3,303
ΣPh	5,635	ΣMh	6,736

Tabel 3. Perhitungan Gaya Vertikal

No. Gaya	Gaya (w) (Ton)	Lengan momen (0) (m)	Momen (M) (Ton.m)
W1	1,80	$0,5 \times 2,5 = 1,25$	2,250
W2	5,90	$0,5 \times 1,4 + 0,4 + 0,7 = 1,8$	10,621
W3	1,94	$0,5 \times 0,3 + 0,1 + 0,7 = 0,95$	1,847
W4	0,32	$0,67 \times 0,1 + 0,7 = 0,77$	0,248
W5	2,1	$0,5 \times 1,4 + 0,4 + 0,7 = 1,8$	3,780
ΣPv	12,069	ΣMv	18,746

Tabel 4. Faktor Aman Terhadap Stabilitas Guling, Geser dan Daya Dukung Tanah

Stabilitas	Metode		Keterangan faktor aman	
	Rankine	Coulomb		
Guling	2,729	2,783	≥ 2	(Aman)
Geser	0,745	0,760	$\geq 1,5$	(Tidak aman)
Daya dukung	0,13	0,13	≥ 3	(Tidak aman)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman terhadap guling dengan faktor keamanan 2,729 (Rankine) dan 2,783 (Coulomb). Namun, dinding tidak aman terhadap geser dan daya dukung tanah dengan faktor keamanan 0,745 (Rankine) dan 0,760 (Coulomb) untuk geser, serta 0,13 untuk daya dukung tanah. Oleh karena itu, diperlukan pondasi tiang pancang untuk meningkatkan stabilitas. Pondasi tiang pancang dirancang menggunakan tiang beton spun pile dengan diameter 40 cm dan kedalaman 6 meter. Berdasarkan data SPT, daya dukung ijin tiang pancang tunggal adalah 49,580 ton, sedangkan daya dukung kelompok tiang pancang adalah 823,593 ton. Hasil ini menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang mampu menahan beban yang diterima sebesar 482,743 ton.

Kondisi Stabilitas Lereng

Hasil analisis stabilitas lereng menunjukkan bahwa faktor keamanan (FK) untuk lereng sebesar 1,1, yang berarti lereng tersebut tidak stabil. Secara umum, faktor keamanan yang lebih besar dari 1,5 menunjukkan kondisi stabil, sementara nilai FK yang lebih kecil dari 1,5 mengindikasikan potensi kegagalan lereng. Dengan demikian, FK yang didapatkan menunjukkan bahwa lereng berada pada kondisi kritis dan membutuhkan perhatian khusus. Penentuan bidang gelincir pada kedalaman 3,17 meter dengan jenis tanah lempung lunak menjadi titik kritis dalam analisis stabilitas lereng ini. Tanah jenis lempung lunak umumnya memiliki kohesi yang rendah dan cenderung mudah tergelincir ketika terpapar beban atau air. Oleh karena itu, penting untuk memperkuat lereng di area tersebut untuk menghindari pergerakan tanah yang bisa berakibat pada longsoran (Aditya Maulana, 2021).

Perancangan Dinding Penahan Tanah

Untuk meningkatkan stabilitas lereng yang tidak stabil, dirancanglah dinding penahan tanah dengan tinggi 3 meter. Dalam perancangannya, digunakan dua metode yang umum digunakan dalam analisis stabilitas tanah, yaitu metode Rankine dan Coulomb. Kedua metode ini menghasilkan perhitungan gaya horizontal yang bekerja pada dinding penahan tanah, yang pada dasarnya digunakan untuk mengetahui besar gaya yang harus ditahan oleh struktur dinding (Imbar et al., 2019; Solehuddin et al., 2018).

Hasil Perhitungan Gaya Horizontal:

Dari hasil perhitungan gaya horizontal menggunakan kedua metode tersebut, didapatkan gaya total horizontal (ΣPh) sebesar 5,747 ton untuk metode Rankine dan 5,635 ton untuk metode Coulomb. Momen yang dihasilkan pun cukup signifikan, yaitu 6,870 ton.m (Rankine) dan 6,736 ton.m (Coulomb). Hasil ini menunjukkan bahwa dinding penahan tanah harus dirancang dengan ketahanan yang sangat memadai untuk menahan gaya horizontal yang cukup besar.

Analisis Gaya Vertikal

Selain gaya horizontal, gaya vertikal juga harus diperhitungkan untuk memastikan bahwa dinding penahan tanah dapat menahan beban yang bekerja pada tanah. Berdasarkan perhitungan, total gaya vertikal (ΣPv) yang bekerja pada dinding penahan tanah adalah 12,069 ton dengan momen total sebesar 18,746 ton.m. Ini menunjukkan bahwa beban vertikal yang diterima oleh dinding penahan tanah cukup besar, dan konstruksi dinding harus mampu menahan beban vertikal ini agar tidak mengalami kerusakan (Khasana, 2024).

4.1. Faktor Keamanan terhadap Guling, Geser, dan Daya Dukung Tanah

Salah satu analisis penting adalah mengevaluasi faktor keamanan terhadap stabilitas guling, geser, dan daya dukung tanah, yang merupakan komponen vital dalam desain dinding penahan tanah dan pondasi. Berdasarkan hasil perhitungan, dinding penahan tanah terbukti aman terhadap guling, dengan faktor keamanan masing-masing 2,729 (Rankine) dan 2,783 (Coulomb), yang menunjukkan bahwa struktur tersebut cukup kuat untuk menahan gaya rotasi atau guling.

Namun, hasil perhitungan faktor keamanan terhadap geser dan daya dukung tanah menunjukkan kekhawatiran yang perlu segera ditangani. Untuk geser, faktor keamanan masing-masing 0,745 (Rankine) dan 0,760 (Coulomb) berada di bawah nilai aman (lebih kecil dari 1,5), yang menunjukkan bahwa struktur dinding penahan tanah tidak cukup kuat untuk menahan geseran yang terjadi pada tanah. Demikian pula, faktor daya dukung tanah yang hanya 0,13 (untuk kedua metode) jauh di bawah standar aman (lebih kecil dari 3), yang menandakan bahwa daya dukung tanah sangat rendah.

4.2. Pondasi Tiang Pancang untuk Meningkatkan Stabilitas

Untuk mengatasi ketidakamanan terhadap geser dan daya dukung tanah yang rendah, diperlukan solusi tambahan berupa pondasi tiang pancang. Pondasi tiang pancang digunakan untuk mentransfer beban dari struktur ke lapisan tanah yang lebih dalam dan lebih stabil. Berdasarkan perhitungan, pondasi tiang pancang dirancang menggunakan tiang beton spun pile dengan diameter 40 cm dan kedalaman 6 meter. Daya dukung tiang pancang tunggal dihitung sebesar 49,580 ton, sementara daya dukung kelompok tiang pancang adalah 823,593 ton, jauh lebih tinggi dari beban yang diterima dari struktur, yang sebesar 482,743 ton.

Pondasi tiang pancang ini mampu memberikan stabilitas yang diperlukan untuk mendukung dinding penahan tanah, serta mencegah pergeseran atau keruntuhan struktur akibat daya dukung tanah yang rendah. Dengan demikian, pondasi tiang pancang merupakan solusi yang tepat untuk meningkatkan daya dukung tanah dan memastikan keselamatan struktur secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa lereng pada ruas jalan Patung Lembuswana – Sebulu STA 31+975 tidak stabil dengan faktor keamanan 1,1, yang menunjukkan potensi risiko longsor di lokasi tersebut. Meskipun dinding penahan tanah yang dirancang dengan menggunakan metode Rankine dan Coulomb terbukti aman terhadap guling, dinding ini tidak cukup aman terhadap geser dan daya dukung tanah yang rendah. Untuk meningkatkan stabilitas dinding penahan tanah, disarankan penggunaan pondasi tiang pancang dengan diameter 40 cm dan kedalaman 6 meter. Pondasi ini mampu memberikan daya dukung ultimit sebesar 823,593 ton, yang cukup untuk mengatasi beban yang diterima oleh struktur dan meningkatkan kestabilan lereng. Kombinasi antara perkuatan lereng, desain dinding penahan tanah, dan pondasi tiang pancang ini diharapkan dapat mengurangi risiko longsor di lokasi tersebut, sehingga dapat memastikan keselamatan dan keberlanjutan infrastruktur jalan.

Sebagai saran, pertama, penelitian tanah untuk menganalisis desain pondasi sebaiknya disesuaikan dengan proyek yang dikerjakan, dengan mempertimbangkan sisi ekonomis untuk proyek sederhana dan kekuatan untuk proyek yang merupakan prioritas tinggi. Kedua, rumus yang digunakan dalam perhitungan daya dukung harus disesuaikan dengan data yang diperoleh di lapangan. Penggunaan rumus yang tidak didasarkan pada data yang valid akan menghasilkan perhitungan yang tidak akurat, yang dapat mempengaruhi kualitas dan keselamatan struktur yang dirancang.

5. REFERENSI

- Aditya Maulana, R. (2021). *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil pada Variasi Ketinggian Muka Air Tanah*. Universitas Islam Indonesia.
- Ardyan, E., Boari, Y., Akhmad, A., Yuliyani, L., Hildawati, H., Suarni, A., Anurogo, D., Ifadah, E., & Judijanto, L. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif: Pendekatan Metode Kualitatif dan Kuantitatif di Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Das, B. M. (1985). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis)*. Penerbit Erlangga.
- Dibyosaputro, S., & Haryono, E. (2020). *Geomorfologi dasar*. UGM PRESS.
- Dibyosaputro, S., & Haryono, E. (2024). *Geomorfologi Dasar Bagian 1*. UGM PRESS.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). Analisis dan Perancangan FONDASI bagian II. *Gadjah Mada University Press, Yogyakarta*.
- Imbar, E. R. B., Mandagi, A. T., & Rondonuwu, S. G. (2019). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Slope/W Dan Geostructural. *TEKNO*, 17(72).
- Indonesia, S. N. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik. *SNI*, 8460, 2017.
- Khasana, M. (2024). ANALISIS STABILITAS PEMBANGUNAN DINDING PENAHAN TANAH BERDASARKAN SNI 2847 TAHUN 2019 MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000 (Studi Kasus: Talud Sungai Terusan DAM Dimoro Selatan Kel. Sukorejo Kec. Sukorejo Kota Blitar). *Jurnal Qua Teknika*, 1–13.
- Kusuma, R. J., Meilano, I., & Fitri, I. H. (2025). Landslide Susceptibility Assessment using Analytical Hierarchy Process in West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1472(1), 12035.
- Nasional, B. S. (2013). SNI 2847: 2013 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Ng, C. W. W., & Shi, Q. (1998). Influence of rainfall intensity and duration on slope stability in unsaturated soils. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 31(2), 105–113.
- Nugraha, R. (2023). Evaluasi Pengujian Ground Anchor Berdasarkan Sni 8460: 2017, Bs 8081: 1989, En 1537: 2013, Dan Pt. Dc35. 1-14. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(1), 37–42.
- Piciullo, L., Calvello, M., & Cepeda, J. M. (2018). Territorial early warning systems for rainfall-induced landslides. *Earth-Science Reviews*, 179, 228–247.
- Rahardjo, H., Ong, T. H., Rezaur, R. B., & Leong, E. C. (2007). Factors controlling instability of homogeneous soil slopes under rainfall. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 133(12), 1532–1543.
- Sari, M., Rachman, H., Astuti, N. J., Afgani, M. W., & Abdullah, R. (2022). Explanatory survey dalam metode penelitian deskriptif kuantitatif. *Metode*, 1.
- Solehuddin, D., Tifani, E., & Zulkarnaen, Z. (2018). Perencanaan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Jalan Lingkar Barat Duri). *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi*, 397–406.